

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

J11046 U.S. PTO
09/924575
08/09/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2000年 8月10日

出 願 番 号
Application Number:

特願2000-243202

出 願 人
Applicant(s):

株式会社日立製作所

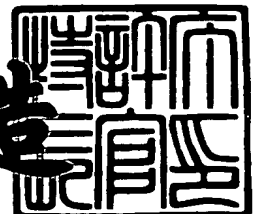
#4 / Priority
Paper
2-14-02
Rabbe

U.S. Appln. Filed 8-9-01
Inventor: K. Nagata et al
Mattingly Stanger & Malor
Docket HA-104

2001年 6月 1日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3051655

【書類名】 特許願

【整理番号】 H000733

【提出日】 平成12年 8月10日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/027

【発明者】

【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社
日立製作所 中央研究所内

【氏名】 永田 浩司

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県ひたちなか市市毛882番地 株式会社 日立製
作所 計測器グループ内

【氏名】 依田 晴夫

【発明者】

【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社
日立製作所 中央研究所内

【氏名】 佐藤 秀寿

【発明者】

【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社
日立製作所 中央研究所内

【氏名】 高橋 弘之

【特許出願人】

【識別番号】 000005108

【氏名又は名称】 株式会社 日立製作所

【代理人】

【識別番号】 100091096

【弁理士】

【氏名又は名称】 平木 祐輔

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 015244

【納付金額】 21,000円

【その他】 国等の委託研究の成果に係る特許出願（平成 1 1 年度新エネルギー・産業技術総合開発機構（再）委託研究、産業活力再生特別措置法第 3 0 条の適用を受けるもの）

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 荷電粒子ビーム露光方法及び装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 試料に照射する列方向に電流量が異なり行成分と列成分から成るマトリックス状に配置した複数の荷電粒子ビームを用い、試料に所定パターンを露光するため露光データを有し、前記複数の荷電粒子ビームを制御するため前記露光データを所定パターンの線幅に合わせ前記マトリックス状の複数の荷電粒子ビームのオンオフ回数を設定するデータに変換する制御データ生成工程と、前記制御データを前記マトリックス状の複数の荷電粒子ビームを制御する制御部に転送する工程と、前記マトリックス状の列方向に配置された複数の荷電粒子ビームが同一時刻に前記制御部に転送されたデータにより試料上の異なる位置に照射され、また異なる時刻に前記制御部に転送されたデータにより試料上の同一位置に照射される如く前記複数の荷電粒子ビームを偏向する偏向工程と、を有することを特徴とする荷電粒子ビーム露光方法

【請求項 2】 前記電流量が異なる複数の荷電粒子ビームとして 2 のべき乗の重み付けされていることを特徴とする請求項 1 記載の荷電粒子ビーム露光方法

【請求項 3】 電流量が異なる複数の荷電粒子ビームを列と行からなるマトリックス状に配置した荷電粒子源を用い、試料に所定パターンを露光するため予め前記荷電粒子源を駆動する列毎のデータに分離する工程と、前記列の露光量を重み付けした階調データに変換する工程と、前記変換されたデータを記憶する工程と、前記記憶部からのデータを前記荷電粒子源の駆動部に転送する転送工程と、前記転送されたデータに従って前記荷電粒子源が作動し試料上の所定の領域に荷電粒子ビームを照射する照射工程と、を具備したことを特徴する荷電粒子ビーム露光方法。

【請求項 4】 前記転送工程として、制御クロックを有し前記制御クロックで重み付けした階調データをシフトレジスタにより遅延する遅延工程を含むことを特徴する請求項 3 記載の荷電粒子ビーム露光方法。

【請求項 5】 前記照射工程として、前記制御クロックに合わせ前記荷電粒

子源からの荷電粒子ビームを偏向する偏向工程とを付加したことを特徴する請求項 3 記載の荷電粒子ビーム露光方法。

【請求項 6】 電流量が異なる複数の荷電粒子ビームを用い、試料に所定パターンを露光するため露光データを有し、前記電流量が異なる複数の荷電粒子ビームを制御するため前記露光データを寸法分解能に基づく回数データと単位照射時の露光量データとの 2 系統に分離する工程と、前記分離された回数データと露光量データを記憶部に記憶する工程と、前記露光量データを前記回数データの回数分荷電粒子ビームをオンする如く前記露光量データと前記回数データとを演算する演算工程と、前記演算工程により生成されたデータを複数の荷電粒子ビームに与え試料に照射する照射工程と、を具備したことを特徴とする荷電粒子ビーム露光方法。

【請求項 7】 前記記憶工程後で分離された露光量データを 2 進化し重み付け量に合わせ遅延量を設定するシフトレジスタに転送する転送工程を有することを特徴する請求項 6 記載の荷電粒子ビーム露光方法。

【請求項 8】 電流量が異なる行成分と列成分とを有するマトリックス状の複数の荷電粒子ビームを用い、試料に所定パターンをメッシュに分割する工程と、前記メッシュ毎の回数データとパターン密度を考慮した露光量データに分離し行成分と列成分から成るマップを形成する形成工程と、前記マップの回数データと露光量データを記憶部に記憶する工程と、前記露光量データを前記回数データの回数分荷電粒子ビームをオンする如く前記露光量データと前記回数データとを演算する演算工程と、前記演算工程により生成されたデータを複数の荷電粒子ビームに与え試料に照射する照射工程と、を具備したことを特徴とする荷電粒子ビーム露光方法。

【請求項 9】 試料に照射する列方向に電流量が異なり行成分と列成分から成るマトリックス状に配置した複数の荷電粒子ビーム源と、試料に所定パターンを露光するため露光データを有し、前記複数の荷電粒子ビームを制御するため前記露光データを所定パターンの線幅に合わせ前記マトリックス状の複数の荷電粒子ビームのオンオフ回数を設定するデータに変換する変換部と、前記変換部で変換されたデータを記憶する記憶部と、前記記憶部からの 2 進化されたデータを重

み付け量に合わせ遅延量を設定するシフトレジスタと、前記シフトレジスタの出力で前記荷電粒子ビーム源を制御する制御部と、前記マトリックス状の列方向に配置された複数の荷電粒子ビームが同一時刻に前記制御部に転送されたデータにより試料上の異なる位置に照射され、また異なる時刻に前記制御部に転送されたデータにより試料上の同一位置に照射される如く前記複数の荷電粒子ビームを偏向する偏向器と、を有することを特徴とする荷電粒子ビーム露光装置。

【請求項 1 0】 電流量が異なるマトリックス状の複数の荷電粒子ビーム源と、試料に所定パターンを露光するため露光データを有し、前記電流量が異なる複数の荷電粒子ビーム源を制御する制御部と、前記露光データを寸法分解能に基づく回数データと単位照射時の露光量データとの 2 系統に分離し、前記分離された回数データと露光量データを記憶する記憶部と、前記記憶部から露光量データを重み付け量に合わせ遅延量を設定する第 1 のシフトレジスタと、前記記憶部からの回数データを前記第 1 のシフトレジスタの遅延量に合わせて遅延させる第 2 のシフトレジスタと、前記マトリックス状の列方向に配置された複数の荷電粒子ビームが同一時刻に前記制御部に転送されたデータにより試料上の異なる位置に照射され、また異なる時刻に前記制御部に転送されたデータにより試料上の同一位置に照射される如く前記複数の荷電粒子ビームを偏向する偏向器と、を有することを特徴とする荷電粒子ビーム露光装置。

【請求項 1 1】 前記第 1 のシフトレジスタに前記露光量データと前記回数データとを演算する演算部を有することを特徴とする請求項 1 0 記載の荷電粒子ビーム露光装置。

【請求項 1 2】 前記マトリックス状電子源の電流放出面積が行方向に同一で列方向に異なっている如く配置された複数の荷電粒子ビーム源であることを特徴する請求項 1 0 記載の荷電粒子ビーム露光装置。

【請求項 1 3】 前記露光量データは 2 進数化され、該 2 進数化された値の 2 のべき乗の各重みの出力と、前記 2 のべき乗の比率の重みを有する前記マトリックス状の複数の荷電粒子ビームの 2 のべき乗の重みが合うように接続されていることを特徴とする請求項 9 又は 1 0 のいずれか記載の荷電粒子ビーム露光装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、荷電粒子ビームを制御し、試料上に L S I 等のパターンを露光する荷電粒子ビーム露光方法及び装置に関し、特に、複数の荷電粒子ビームを用いた荷電粒子ビーム露光方法及びその装置に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

電子ビーム露光装置等、荷電粒子ビームを用いて L S I パターンを試料上に露光する荷電粒子ビーム露光装置において、装置の処理能力（スループット）を向上するために複数の荷電粒子ビームを用いる、マルチビーム露光方式が提案されている。このマルチビーム露光方式の従来技術例として、ブランキングアパーチャアレイ方式が挙げられる（H. Yasuda, J. VAC. Dci. Technol., B 14(6), 1996）。これは、独立に印加電圧の制御が可能なブランキング電極を有する複数の開口群で形成されたブランキングアパーチャアレイを用いて、単一電子源からの電子ビームを複数の電子ビームに分割し、それぞれの電子ビームのオン、オフを前記独立制御可能なブランキング電極で制御することで、複数の電子ビームからなる電子ビーム群の形成するビーム形状を任意に設定することが可能なものである。これにより、任意の形状の電子ビームを得ることが出来るため、装置のスループットが向上される。

【 0 0 0 3 】

【発明が解決しようとする課題】

上記従来技術での課題は、ブランキングアパーチャアレイにより分割された電子ビームの寸法が、試料上で約100nm角と大きいこと、また、単一荷電粒子ビームを分割する方式であるため、得られる荷電粒子ビーム数が、数百～千本程度と限られ、これにより、露光すべきパターンの寸法制御に制限を受け分解能不足を生じる問題があった。また、電子のレジスト内での散乱、または試料面からの反射電子等により発生する露光量分布により近接した部分でのパターンの露光に誤差が生じる。これらについて補正するための近接効果補正に特別な処理工程が必要になる等の問題があった。これらの問題は、露光パターンの微細化に伴い、ま

すます顕在化する傾向にある。

【 0 0 0 4 】

前記従来技術のブランキングアパーチャアレイ方式では、このような問題を、次のようにして軽減化している。先ず、寸法分解能が不足する問題に関しては、分割して得られる電子ビーム寸法よりも細かい寸法単位で、露光寸法を制御する方法が、特開平6-302506号公報に開示されている。これは、ブランキングアパーチャアレイの開口において、隣接する列に属する開口同士の位置関係が、開口の寸法よりも細かい寸法単位ですれて並ぶ様に形成し、露光すべき寸法に応じて、そのパターンの端部を露光する開口を、前記各列から、ずれた位置関係に有る開口を複数選択し、該開口から発生された各電子ビームを重ねて照射することにより、前記パターン端部の露光量を制御することで、電子ビームの寸法よりも細かい寸法でパターン寸法を制御すると言うものである。この方式では、開口を加工する上での、各開口間の位置精度に高い加工精度が要求される。また、ずらし量の分解能を上げてパターンの寸法制御分解能を細かくするためには、加工精度に更に高いものが要求されると共に、開口数の増大が要求される。更に、パターン寸法により、パターン端部を露光する開口の選択が必要となるため、ブランキングアパーチャアレイの制御回路が複雑化してしまう等の課題がある。

【 0 0 0 5 】

また、近接効果補正は、特開平5-175108号公報、特開平5-206016号公報、特開平6-53129号公報に開示されているように、実際のパターンの露光工程に加え、露光工程で発生した近接効果による露光量誤差を補正する補正露光工程を行うというものである。この方法は、露光工程が増えるためスループットの低下が避けられない。また、補正露光工程を必要としない方法としては、特開平9-63926号公報に開示されているような、パターンデータに、それによる露光誤差を補正する露光データを加えたデータを露光前に作成し、それにより1回の露光工程で補正されたパターンを得ると言う方式がある。このような方式は、パターンデータ生成及びテスト描画により条件を出す必要が有るため時間がかかり、装置のトータルスループットが低下してしまう。

【 0 0 0 6 】

【課題を解決するための手段】

本発明では、上記従来技術の課題を解決するために、特許請求の範囲の各請求項に記載した荷電粒子ビーム露光方法及び荷電粒子ビーム露光装置を採用する。ビーム源は複数でも一つでも良い。すなわち、複数の荷電粒子ビームにより形成される荷電粒子ビーム群を試料に照射してL S Iパターンなどを露光する荷電粒子ビーム露光方法において、所定のパターンの所定の区画内に対し、複数の荷電粒子ビーム群を構成する荷電粒子ビームで所定の露光強度を得るため荷電粒子ビーム区画内に対し重ねて照射することにより試料上の所望の点に、所望の電荷量を照射するようにし、これにより所望の露光寸法を得るようにした。

【0007】

また、複数の荷電粒子ビームの電流量に重み付けをした階調を持たせた荷電粒子ビームを用い、所望の電荷量を照射するようにしこれにより所望の露光寸法を得るようにした。

また、メッシュ内の寸法分解能で決まるショット回数マップと、複数メッシュに跨るパターンの存在密度の概念を導入しそれに基づく露光量マップを作成し、そのデータを荷電粒子ビーム側にデータとして与えることにより近接効果補正に必要な露光量補正も可能となる高い階調を持たせられる様にした。

【0008】

これらにより、試料上に割り当てたメッシュのサイズが大きな寸法を有していても、荷電粒子ビームの照射電荷量を細かく制御することにより階調数を設定することができ、高い寸法制御性が得られるため、荷電粒子ビーム群を形成するビーム数を大幅に削減し、ビーム源および制御装置の簡素化が図れる。また、近接効果補正については照射するデータを補正することで特別な工程を必要としないためスループットが向上する。

【0009】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

図1、2は、本発明の実施形態例による描画処理方法を説明するための図である。本発明において、複数の荷電粒子ビーム群は、図1に示す直交する行と列で

定義されるマトリクス状に荷電粒子ビーム1002が配置されたマトリクスビーム1001を形成している。また、描画領域は、図2に示す直交する行と列で定義されるメッシュ状に分割されている。該メッシュ1003の寸法は、前記マトリクスビーム1001を構成する1つの荷電粒子ビーム1004が、試料上へ縮小投影された時の寸法に等しい。また、図に示すように、前記メッシュ1003の寸法は、露光パターン1005の寸法分解能よりも大きく設定されている。したがって、露光パターンの寸法は、必ずしも前記メッシュ1003の寸法の倍数に等しくはならない。

【0010】

次に、図1に示した様な、大きなビーム寸法で、それよりも小さな寸法分解能を得る方法を図3、図4～8により説明する。図3は、横軸にビーム照射位置(単位nm)、縦軸に露光量(任意単位)をとり、前記マトリクスビームを構成する各ビームによるビーム照射量がガウス分布を有すると仮定し、図3に示す各ビームの露光量分布2001と、その結果得られる全体露光量分布2002を示したものである。最終的に得られる全体露光量分布2002は、各ビームにより与えられるビーム照射量の積分値となる。また、露光パターンサイズ2003は、前記全体露光量分布2002が、感光剤の感度閾値2004を超えた領域で決まる。従来の露光方法では、図3中のガウス分布の露光量分布を有するビームを、所望の寸法分解能に等しいかそれより細かい単位で位置決めして照射していくことで、所望の寸法が得られる様に全体露光量分布2002を制御していた。

【0011】

これに対して本発明では、図3に示したように、ガウス分布の露光量分布2001を有するビームを用いマトリックス状に複数ビームを配置し端部のビームの強度を制御することによりパターンサイズを任意に選択できる構成とした。

【0012】

図4～8の各全体露光量分布3001,3002,3003,3004,3005は、図2における直線X1-X2の場所の露光量分布に、また、各ガウス分布は、前記メッシュの第1行のa～e列のそれぞれの露光量分布を示す。さらに、各ビームの大きさおよびメッシュのピッチは20nmとしている。各グラフは、第1行a列の露光量を10%から100%まで変化させた場合のそれぞれの各ビームの露光量分布と全体露光量分布を示して

いる。感光剤の感度閾値をグラフ縦軸の1. 0とした場合、それぞれの状態におけるパターンエッジ位置は、図4～8中の丸印の位置であり、露光量の変化に対して5nm以下の分解能で変化する。以上説明したように、各ビームの露光量を所望の寸法に応じて変化させることで、所望のパターン寸法制御が、パターン寸法分解能よりも大きなサイズまた大きな間隔で配置されているビームにより可能である。

【0013】

本発明では、各メッシュへの露光量を、図9と図10に示すように各メッシュ内部に含まれるパターンの寸法(面積)とメッシュ寸法(面積)の比率を指標に用いこの比率データに基づいて変化させる様にした。パターンの寸法(面積)とメッシュ寸法(面積)の割合をどの程度とするかを決め最小単位を決定する。この一連の作業が階調化である。さらに、前記各メッシュへの露光量は、露光するビームの電流量や照射時間を変化させるのではなく、前記マトリクスビームを試料上で列方向に偏向制御し、同一列内にある異なるビームで同一メッシュ内を重ねて露光するようにし、各メッシュへの重ね露光回数を前記寸法比率データにより制御する方式とした。これにより、各メッシュの露光量を重ね露光回数で制御でき、各メッシュ毎に所望の露光量が得られる。例えば、列方向に同一の電流量を有するビームが100個並んでいる場合には、どれか一つビームがオンすると1%の露光量制御され、比率33%の場合には、33個のビームがオンしてそれが重ね露光(同じメッシュに33回露光する)をすることで所望の露光量が得られる。

【0014】

図11は、前記比率データに基づき各メッシュの露光量を示している。例えばメッシュ(2,a)では33%であり、これを重み付けされていない荷電粒子ビームのショット数で表すと33回の重ね露光を行うこととなる。ここでは、第一行のa列からe列のメッシュに関して説明する。また、図12のマトリクスビーム5001は、100行5列(a,b,c,d,e)の構成で、各ビームは全て等しい電流量を有するものである。メッシュ第一行、a列に照射するビーム((1, a)と表す)は、階調数11と表記し、その意味するところは、マトリクスビーム5001の、a列にある1行から11行までのビームが順次重ねてメッシュ(1,a)に対応した試料上の同一場所に偏

向器で偏向して照射される。メッシュ (1,b) に照射するビームは、重ね回数 6 6 回即ち 1 0 0 を最大とする階調数では 66 となるので、マトリクスビーム 5001 の、b 列にある 1 行から 66 行までのビームが順次重ねて試料上の同一場所に偏向器で偏向して照射される。メッシュ (1,c) に照射するビームは、階調数 66 であるので、図 1 2 のマトリクスビーム 5001 の、c 列にある 1 行から 66 行までのビームが順次重ねて試料上の同一場所に偏向器で偏向して照射される。メッシュ (1,d) に照射するビームは、階調数 66 であるので、マトリクスビーム 5001 の、d 列にある 1 行から 66 行までのビームが順次重ねてメッシュ (1,d) に対応した試料上の同一場所に偏向器で偏向して照射される。図 1 1 のメッシュ (1,e) に照射するビームは、階調数 22 であるので、マトリクスビーム 5001 の、e 列にある 1 行から 22 行までのビームが順次重ねて試料上の同一場所に偏向器で偏向して照射される。

【 0 0 1 5 】

図 1 3 は、前記比率データに基づき各メッシュの階調数に変換した結果であり、該結果に基づいて具体的な露光方法を説明する図である。ここでも、第一行の a 列から e 列のメッシュに関して説明する。この例の場合、マトリクスビーム 6001 は、8 行 5 列 (a,b,c,d,e) の構成で、各行毎に、ビームの電流量の重みが 2 のべき乗に設定されている。したがって、本方式では、階調数は最大 256 が可能である。図 1 3 のメッシュ (1,a) に照射するビームは、階調数 11 であるので、マトリクスビーム 6001 の、a 列にあるビームの内、1 行、2 行および 4 行が順次重ねてメッシュ (1,a) に対応した試料上の同一場所に偏向器で偏向して照射される。これにより、メッシュ (1,a) には $2^0 + 2^1 + 2^3 = 1 + 2 + 8 = 11$ の露光量が与えられる。メッシュ (1,b) に照射するビームは、階調数 66 であるので、マトリクスビーム 6001 の、b 列にあるビームの内、2 行および 7 行が順次重ねてメッシュ (1,b) 対応した試料上の同一場所に偏向器で偏向して照射される。これにより、図 1 3 のメッシュ (1,b) には $2 + 64 = 66$ の露光量が与えられる。図 1 3 のメッシュ (1,c) に照射するビームは、階調数 66 であるので、マトリクスビーム 6001 の、c 列にあるビームの内、2 行および 7 行が順次重ねてメッシュ (1,c) 対応した試料上の同一場所に偏向器で偏向して照射される。これにより、メッシュ (1,c) には $2 + 64 = 66$ の露光量が与えられる。図 1 3 のメッシュ (1,d) に照射するビームは、階調数 66 で

あるので、マトリクスビーム6001の、d列にあるビームの内、2行および7行が順次重ねてメッシュ(1,d) 対応した試料上の同一場所に偏向器で偏向して照射される。これにより、メッシュ(1,d) には $2+64=66$ の露光量が与えられる。図13のメッシュ(1,e) に照射するビームは、階調数22であるので、マトリクスビーム6001の、e列にあるビームの内、2行、3行および5行が順次重ねてメッシュ(1,e) 対応した試料上の同一場所に偏向器で偏向して照射される。これにより、メッシュ(1,e) には $2+4+16=22$ の露光量が与えられる。本方式では、このように電流量に重み付けした荷電粒子ビームを用いることによりマトリクスビームを構成するビーム数を単一電流量の荷電粒子ビームに比べ大幅に削減できる。

【0016】

本方式の偏向制御を含めた描画動作を図15～図18により説明する。マトリクスビーム101から出た各荷電粒子ビームは、レンズ103により任意の値で縮小され、偏向器104により位置決めされて試料ステージ105に搭載された試料106上に照射される。図15、図16、図17、図18は、露光動作の各状態をを時系列に並べたものである。また、マトリクスビームのうち122、123、124、125の4つにのみ注目して説明する。初めに、図15の状態では、前記比率データ126が、マトリクスビーム101に与えられる。このデータは、メッシュ107に対する重ね回数を表し、この時は4回が指定されている。荷電粒子ビーム122は、経路102を経て試料106上のメッシュ107に到達する。このときのメッシュ107の試料上での座標108は(x1、Y1)、さらに照射された電荷量109はJ1である。

【0017】

次に、図16の状態に移る。前記比率データ127が、マトリクスビーム101に与えられる。このデータ(b)は、メッシュ111に対する重ね回数を表し、この時は1回が指定されている。各荷電粒子ビームは、前記図15の状態と比較して、偏向器104により図面上で左側に偏向されている。これにより、荷電粒子ビーム122は、経路102を経て試料106上のメッシュ111に到達する。このときのメッシュ111の試料上での座標112は(x2、Y2)、さらに照射された電荷量113はJ1である。また、荷電粒子ビーム123は、経路110を経て試料106上のメッシュ107に到達する。このときのメッシュ107の試料上での座標108は(x1、Y1)となり、図15の時点で荷電

粒子ビーム122が照射した点に重なる。従って、メッシュ107には2回目の照射が行われ、電荷量109は J_1+J_2 となる。

【 0 0 1 8 】

次に、図 1 7 の状態に移る。比率データ128が、マトリクスビーム101に与えられる。このデータ(c)は、メッシュ117に対する重ね回数を表し、この時は2回が指定されている。各荷電粒子ビームは、前記図 1 6 の状態と比較して、偏向器104により図面上で左側に偏向されている。各荷電粒子ビームは、前記(b)の状態と比較して、偏向器104により図面上で左側に偏向されている。これにより、荷電粒子ビーム122は、経路102を経て試料106上のメッシュ117に到達する。このときのメッシュ117の試料上での座標115は(x_3 , Y_3)、さらに照射された電荷量116は J_1 である。また、荷電粒子ビーム124は、経路114を経て試料106上のメッシュ107に到達する。このときメッシュ107の試料上での座標108は(x_1 , Y_1)となり、図 1 5 の時点で荷電粒子ビーム122が照射した点、また図 1 6 の時点で荷電粒子ビーム123が照射した点に重なる。従って、メッシュ107には3回目の照射が行われ、電荷量109は $J_1+J_2+J_3$ になる。メッシュ111に関しては、重ね回数が1回と指定されているので照射は行われぬ。したがって、荷電粒子ビーム123は発生されない。

【 0 0 1 9 】

次に、図 1 8 の状態に移る。比率データ129が、マトリクスビーム101に与えられる。このデータ(d)は、メッシュ118に対する重ね回数を表し、この時は1回が指定されている。各荷電粒子ビームは、前記図 1 7 の状態と比較して、偏向器104により図面上で左側に偏向されている。これにより、荷電粒子ビーム122は、経路102を経て試料106上のメッシュ118に到達する。このときのメッシュ118の試料上での座標120は(x_4 , Y_4)、さらに照射された電荷量121は J_1 である。また、荷電粒子ビーム123は、経路110を経て試料106上のメッシュ117に到達する。このときのメッシュ117の試料上での座標115は(x_3 , Y_3)となり、図 1 7 の時点で面積を有する荷電粒子ビーム122が照射した点に重なる。従って、メッシュ117には2回目の照射が行われ、電荷量116は J_1+J_2 になる。荷電粒子ビーム125は、経路119を経て試料106上のメッシュ107に到達する。このときのメッシュ107の試料上での座

標108は(x1、Y1)となり、図15の時点で荷電粒子ビーム122が照射した点、図16の時点で荷電粒子ビーム123が照射した点、更に図17の時点で荷電粒子ビーム124が照射した点に重なる。従って、メッシュ107には4回目の照射が行われ、電荷量109はJ1+J2+J3+J4になる。また、メッシュ111には、指定の1回の照射が(b)で完了しているのでビーム124は発生しない。

【0020】

以上で、メッシュ107には4回、メッシュ111には1回、メッシュ117には2回、メッシュ118には1回の重ね露光が完了する。

以上説明したように、図12の等しい荷電粒子ビーム5001に対し図14の如く荷電粒子ビームに電流の重みを付けた6001を用いると荷電粒子ビームの数を少なくすることができることが判明した。マトリクスビームを構成する複数の荷電粒子ビームの夫々の生成と非生成を制御し、生成される荷電粒子ビーム群を偏向制御し、前記荷電粒子ビーム群を構成する異なる荷電粒子ビームを試料上の同一点に重ねて照射することにより試料上の所望のメッシュに、所望の電荷量を照射することが可能になり、また、各メッシュ毎の露光量に階調を持たせることが可能になる。これにより寸法の制御が行える。

【0021】

(第一の実施例)

図20は、寸法分解能を考慮した回数データマップである。図21は、複数メッシュにまたがる近接効果を考慮した露光量データマップである。これらのマップに従い露光量の補正を通常の露光と同時に行うことを可能とするために、図14で説明したマトリクスビームに対し副マトリックスビームの個数を回数データの最大数分設ける。図19や図22又は図23の副マトリクスビーム(8001,8002,8003,8004,8005,8006,8007,8008,8009)がそれに当たる。

【0022】

図20に示したパターンは、前記比率データに基づき各メッシュの階調数に変換した結果である。この場合、階調数の最大値を9にした。本階調数とは別に、複数のメッシュにわたって定義される露光量データが得られる。これは、前記複数メッシュにわたる領域内にどれだけのパターンが存在するかにより決定される

パターンの存在密度を、前記複数メッシュにわたる領域内毎に求め、前記複数メッシュにわたる領域単位で、高いパターン存在密度の場合は露光量を少なく、低いパターン存在密度の場合は露光量を大きくするように照射電流量を一定にするよう制御するものである。より具体的には、近接した領域にパターンが存在する割合により荷電粒子ビームの電荷量を制御する近接効果補正にあって、図 2 1 に示す如く点線で示すように複数のメッシュに跨って割り付けられた領域毎にパターン存在密度に基づくショット数を算出したマップを作成する。たとえば、孤立パターンのように周囲にパターンが存在しない場合は照射する電荷量を多くし、周りにパターンがある時には電荷量を少なくして補正し電荷量に対する感光材料の感応の平均化をはかり寸法精度を得る。

【 0 0 2 3 】

このように高精度な寸法制御性と近接効果補正を考慮した描画をするためには、図 2 0 に示すパターン寸法に応じたショット数による寸法制御と、複数のメッシュに跨る露光量の微少露光制御の両方を行わなければならない。さらに、高いスループットを維持するためには、前記寸法制御と前記微少露光制御の両方が同時に行われなければならない。このため、図 2 9 に示す如く微少露光制御用データである露光量データと寸法制御用データである回数データとに分けて複数の副マトリックスに転送し荷電粒子ビーム源を制御して露光する方式をとっている。図 1 9 に寸法制御用データである回数データの最大値 9 が転送された場合の副マトリックスを示した。この副マトリックスの列方向は $2^0 \sim 2^7$ と重み付けされて配列されている図を示しているが一部省略している。(図 2 2, 2 3 も同様)マトリクスビーム構成では、前記寸法制御と前記微少露光制御の両方を同時に行うことが可能である。図 2 2, 2 3 によりこれを説明する。

【 0 0 2 4 】

図 2 2 は、図 2 0 に示した荷電粒子ビームをショットする回数データマップの第 5 行を露光する場合を示している。回数データマップに対し、複数のメッシュに跨がり近接効果を考慮した露光量データマップ図 2 1 では同じ場所の (5, a) の値が 65 を示している。これらのマップの値に基づいて図 1 9 に示す副マトリックス状の荷電粒子ビーム源を駆動し試料に照射させるための手続きを図 2 9 を用

いて以下に説明する。回数データマップの最大値が9とした。メッシュ(5,a)は、回数(階調数)4回、露光量データ65である。即ち副マトリックスの数は9個となるが図29ではその内の3個に接続する回路構成を示す。この回数データマップの値と露光量データマップの値とを記憶し、例えばT1時刻を開始点とすると、露光量データは2進数の重みに応じた遅延量だけ第1のシフトレジスタで遅延する。時刻T2では露光量データマップ(6,a)のデータが第1レジスタに入力される。このように順次記憶部(14005~14007)から読み出し第1シフトレジスタに時刻T8まで順次入力する。時刻T9では時刻T1に第1のシフトレジスタに入力したデータが第2のシフトレジスタに入力されると同時に第1のシフトレジスタには露光量データマップ(14,a)の値が入力される。このように時刻T17では第3シフトレジスタに時刻T1時の第1のシフトレジスタに入力したデータが入力される。

【 0 0 2 5 】

以上の動作から理解出来るように第2,3,4のレジスタは時刻が異なっても第1のレジスタと同一の動作をする。この同一の動作の回数を決めるのが回数データマップで指示された量である。回数データは記憶部(14008~14010)から送出する。送出された回数データ例えば4回で有れば1の数が4個出力される如く2進数を1進数に変換する変換回路(14012)を経由し、データを遅延する第1の遅延回路(14017)に入力される。a列の最下位ビットにより第1シフトレジスタa列の出力を制御している。同様にa列の2ビットは第2シフトレジスタのa列の出力を制御する。b列の最下位ビットにより第1シフトレジスタb列の出力を制御している。同様にb列の2ビットは第2シフトレジスタのb列の出力を制御する。例えばT1時刻に第1遅延回路(14017)に入力したデータがa列が4 [1111]、b列が9 [111111111]、c列が9 [111111111]、d列が6 [111111]、e列が6 [111111]であれば、したがって、図20, 21のマップ(5,a)には、4つの副マトリクスビーム8001,8002,8003,8004が、それぞれ65の露光量で順次重ねて露光する。回数データマップ(5,b)は、露光量65で9回重ねて露光される。したがって、メッシュ(5,b)には、9つの副マトリクスビーム8001から8009が、それぞれ65の露光量で順次重ねて露光する。メッシュ(5,c)は、階調数9、微少露光補正係数65である。

したがって、回数データマップ(5,c)には、9つの副マトリクスビーム8001から8009が、それぞれ65の露光量で順次重ねて露光する。回数データマップ(5,d)は、副マトリクスビーム8001から8006が、それぞれ65の露光量で順次重ねて露光する。メッシュ(5,e)は副マトリクスビーム8001から8006が、それぞれ83の露光量で順次重ねて露光する。

【 0 0 2 6 】

図 2 3 は、図 2 0 に示したパターンの第1行を露光する場合を示している。回数データマップ(1,a)から(1,d)は、回数データ0であるため露光されない。回数データマップ(1,e)は、回数データ6、露光量データ122である。したがって、回数データマップ(1,e)には、6つの副マトリクスビーム8001から8006が、それぞれ122の露光量で順次重ねて露光する。

【 0 0 2 7 】

(第二の実施例)

図 2 4 ～ 2 7 は、図 1 3、1 4 にて説明した構成のマトリクスビームを例にして、そのデータと露光が時系列にどのように処理されるかを示す図である。

この方式は、試料上に露光すべきパターンをメッシュ単位で露光量を分割し、その各メッシュ毎の露光量データを2進数のNビットに変換し記憶した後、その2進数のNビットを重み付けに合わせて制御クロックでN回シフトさせ、N行のマトリクスビームを駆動するものである。

【 0 0 2 8 】

より具体的には、時刻T 1 にメッシュの第1行目の該当する部分の各メッシュの露光量データを2進数に変換する。例えばa列については、最下位ビットはシフトすることなくマトリクスビームの(1,a)に転送されメッシュ上の(1,a)に照射される。2ビット目は制御クロックで1クロック遅延された後即ち時刻T 2 後にマトリクスビームの(2,a)に転送されメッシュ上の(1,a)に照射される。同様に3ビット目は、制御クロックで2クロック遅延された後即ち時刻T 3 後にマトリクスビームの(3,a)に転送されメッシュ上の(1,a)に照射される。また、b列については、a列と同様に最下位ビットはシフトすることなくマトリクスビームの(1,b)に転送されメッシュ上の(1,b)に照射される。2ビット目は制御クロッ

クで1クロック遅延された後即ち時刻T2後にマトリックスビームの(2,b)に転送されメッシュ上の(1,b)に照射される。同様に3ビット目は、制御クロックで2クロック遅延された後即ち時刻T3後にマトリックスビームの(3,b)に転送されメッシュ上の(1,b)に照射される。時刻T2で第2行目の露光量が記憶部から取り出され、最下位ビットはシフトすることなくマトリックスビームの(1,a)に転送されメッシュ上の(2,a)に照射される。2ビット目は制御クロックで1クロック遅延された後即ち時刻T3後にマトリックスビームの(2,a)に転送されメッシュ上の(2,a)に照射される。同様に3ビット目は、制御クロックで2クロック遅延された後即ち時刻T4後にマトリックスビームの(3,a)に転送されメッシュ上の(2,a)に照射される。このように試料上のパターン全てに対し予めメッシュを割り当てその露光量を決定し時間遅延を利用して露光が完成する方式である。

【0029】

時刻T1（露光開始時刻）では、図中丸印が付された第一行目のデータが与えられる。このデータは、2進数に変換される。そしてこのデータの内、2の零乗の重みを持つビットのデータがマトリクスビームの各列の第一行目に与えられる。時刻T1は、露光開始時刻であるので、他の行には零が設定される。本例の場合、時刻T1にはマトリクスビームの(1,a)のみがONになる。このビームは、試料上のメッシュの(1,a)に照射される。

【0030】

時刻T2では、前記データに加え、図中四角印が付された第二行目のデータが与えられる。このデータも、2進数に変換される。そしてこれらのデータの内、丸印のデータの2の1乗の重みを持つビットのデータがマトリクスビームの各列の第二行目に与えられる。また、四角印のデータの2の零乗の重みを持つビットのデータがマトリクスビームの各列の第一行目に与えられる。他の行には零が設定される。本例の場合、時刻T2にはマトリクスビーム各列の第一行および第二行が全てONになる。第一行のビームは、試料上のメッシュの第二行に照射される。また、第二行のビームは、試料上のメッシュの第一行に照射される。

【0031】

時刻T3では、前記データに加え、図中三角印が付された第三行目のデータが

与えられる。このデータも、2進数に変換される。そしてこれらのデータの内、丸印のデータの2の2乗の重みを持つビットのデータがマトリクスビームの各列の第三行目に与えられる。また、四角印のデータの2の1乗の重みを持つビットのデータがマトリクスビームの各列の第二行目に与えられる。さらに、三角印のデータの2の零乗の重みを持つビットのデータがマトリクスビームの各列の第一行目に与えられる。他の行には零が設定される。本例の場合、時刻T3にはマトリクスビーム各列の第一行の全て、第二行のb、c、d列、および(3,e)がONになる。そして、第一行のビームは、試料上のメッシュの第三行に、第二行のビームは、試料上のメッシュの第二行に、さらに、第三行のビームは、試料上のメッシュの第一行に照射される。

以降、この動作を繰り返す。また、マトリクスビームが図19に示した構成である場合は、上記動作を副マトリクス毎に繰り返す。

【0032】

(第三の実施例)

図28は、図13、14にて説明した構成のマトリクスビーム図14(1~8,a~e)を例にして、それを制御する制御部の構成を示す図である。マトリクスビームは、8行5列構成になっている。各ショットデータは、ビームの列毎に設けられたショットデータテーブルメモリ(13004から13008)予め格納されている。ショットデータをショットデータテーブルメモリから読み出すタイミングは、偏向制御クロック13002で決まる。またアドレスは、偏向制御クロック13002をアドレスカウンタ13003で計数して決まる。読み出されたデータは、8bitの2進数に変換される。変換されたデータは、ビット毎に設けられたシフトレジスタ13010に、前記偏向制御クロック13002に同期して取り込まれる構成になっている。このクロックC1の計数毎に偏向器の偏向を試料上のメッシュ単位毎に偏向する構成となっている。

【0033】

時刻T1に前記偏向制御クロックC1が発生すると、これによりアドレスカウンタの出力値が決定され、ショットデータテーブルメモリの読み出しアドレスAD1が決定する。そして、このアドレスAD1に格納されているショットデータD

T 1 が読み出され、2進化部で変換され、各シフトレジスタに送られる。各シフトレジスタでは、それぞれのデータを接続されている次のシフトレジスタに転送するとともに送られてきたデータを取り込む。そして、D T 1 の 2 の 0 乗の重みのビットのデータがマトリクスビーム13011(図 1 4 の(1,a)に対応)に与えられ、そのデータに応じてビームのON(黒四角■)、OFF(白四角□)が制御される。

【 0 0 3 4 】

次に、時刻 T 2 になると、クロック前記偏向制御クロック C 1 が発生する。これによりアドレス A D 2 が決定され、A D 2 に格納されているデータ D T 2 が読み出され、2進化されてシフトレジスタに送られる。各シフトレジスタでは、それぞれのデータを接続されている次のシフトレジスタに転送するとともに送られてきたデータを取り込む。これにより、時刻 T 2 では、D T 2 の 2 の 0 乗の重みのビットのデータがマトリクスビームを構成するビームに与えられ、ビームのON、OFFが制御される。また、D T 1 の 2 の 1 乗の重みのビットのデータがマトリクスビームを構成するビームに与えられ、ビームのON、OFFが制御される。

【 0 0 3 5 】

次に、時刻 T 3 になると、クロック前記偏向制御クロック C 3 が発生する。これによりアドレス A D 3 が決定され、A D 3 に格納されているデータ D T 3 が読み出され、2進化されてシフトレジスタに送られる。各シフトレジスタでは、それぞれのデータを接続されている次のシフトレジスタに転送するとともに送られてきたデータを取り込む。これにより、時刻 T 3 では、D T 3 の 2 の 0 乗の重みのビットのデータがマトリクスビームを構成するビームに与えられ、ビームのON、OFFが制御される。また、D T 2 の 2 の 1 乗の重みのビットのデータがマトリクスビームを構成するビームに与えられ、ビームのON、OFFが制御される。また、D T 1 の 2 の 2 乗の重みのビットのデータがマトリクスビームを構成するビームに与えられ、ビームのON、OFFが制御される。以下、上記動作が繰り返される。

【 0 0 3 6 】

(第四の実施例)

図 2 9 は、マトリクスビームが、副マトリクス構造を有する場合の制御部構成の例である。副マトリクスの数は図 1 で示す 1004 の面積(寸法)に対し最小寸法分解能を決めることにより決定される。例えば図 2 9 では電子源の寸法が 18nm であって、最小寸法分解能を 6nm に設定すれば副マトリクスの数は 3、即ち 1 回のショット当たり 6 nm を描画することとなる。図 2 9 ではそれぞれの副マトリクスは、8 行 3 列構成になっている。この場合、マトリクスビームを制御するデータは 2 種類あり、例えば一つは寸法制御に伴うショット回数データであり、もう一つは複数メッシュに跨る近接効果即ち露光量の均等化を図るための微少露光量データである。微少露光量データはショットデータテーブルメモリ (1) (1405, 1406, 1407) に格納されている。また、寸法制御に伴うショット回数データは、ショットデータテーブルメモリ (2) (1408, 1409, 1410) に格納されている。それぞれのショットデータテーブルメモリのアドレスは、偏向制御部 1401 の動作に同期した偏向制御クロック 14002 をアドレスカウンタ 14003, 14004 で計数したものをを用いている。14013, 14016, 14017 は、シフトレジスタである。マトリクスビームを構成するビーム 14015 (図 1 4 の (1, a) に対応) は、シフトレジスタからのデータに基づき ON、OFF 制御される。

【 0 0 3 7 】

一方、ショット回数データ側はショットデータテーブルメモリ (2) (1408, 1409, 1410) から 2 進化 1 0 進の変換回路を経由しシフトレジスタに接続されたビームを on/off 制御する。例えば、ショット回数を 2 回に設定したとすると 2 進化 1 0 進の変換回路の出力に 1 が 2 つ立つこととなり、副マトリクス 1 と 2 が動作状態であって副マトリクス 3 は非動作状態となる。この接続方式により最小寸法分解能による重ね回数とショット 1 回当たりの補正露光量とが掛け合わされて露光することとなる。

【 0 0 3 8 】

次に、各電子ビームに異なる電流量を持たせる方法について説明する。以下に説明する方法は、上で説明した各実施例に共通に利用できる。

図 3 0、図 3 1 は、マトリクスビームがフィールドエミッション型電子源、MI M 電子源等の電子源により構成されている場合において、これらの各電子ビーム

に異なる電流量を持たせる方法を説明する図である。前記電子源は、電子源に与えるバイアス状態で電流値が制御可能である。フィールドエミッション型電子源の場合には、図 3 0 に示す電子源チップ 1501 と引き出し電極 1502 の間に接続された電源 1503 を変化させる。また、MIM 電子源の場合は、絶縁膜 1601 をはさむ電極 1602、1603 の間に接続された電源 1604 を変化させる。以上示したように、本実施例のようにバイアス状態を各電子源毎に個別に設定することで、各荷電粒子ビームの照射電荷量が、全て等しい場合、夫々が異なる値を持つ場合、一定の比率で重み付けされている場合など、どのような形態でもとれるようになる。

【 0 0 3 9 】

図 3 2、図 3 3 は、マトリクスビームが MIM 電子源等の電子源により構成されている場合において、これらの各電子ビームに異なる電流量を持たせる方法を説明する図である。MIM 電子源は、電子源の電子放出部分 1701 の面積を制御することで電流値の制御が可能である。図 3 2 の場合は、電子放出面積を変えることで、電流量の制御を行う場合であり、放出面積を大きく形成したり、小さく形成することで、電流量の大小を決めている。また、図 3 3 の場合は、一定の大きさの電子放出部分の集積個数で制御している例であり、効果は図 3 2 の場合と同様である。以上示したように、本実施例のように電子放出面積を各電子源毎に個別に設定することで、各荷電粒子ビームの照射電荷量が、全て等しい場合、夫々が異なる値を持つ場合、一定の比率で重み付けされている場合など、どのような形態でもとれるようになる。

【 0 0 4 0 】

面電子源の大きさが寸法分解能に対応する構成では莫大な面電子源の数が必要となり配線数や回路数も膨大となり実現性の無い構成となってしまう。これに対し、本発明は一つの面電子源の大きさより小さい寸法を描画する点に特徴を有する。面電子源のビーム電流量を制御し面電子源の大きさ以下の寸法精度まで得るための現実に実現する回路構成を提供するものである。実施例の回路構成から判るように、記憶部のメモリ、遅延回路のシフトレジスタが基本構成と成っているため面電子源と組み合わせた I C 回路に適した回路構成を取っていることにも特徴を有するものである。

【 0 0 4 1 】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明の荷電粒子ビーム露光方法及び装置によれば、マスクを用いることなく複数の回路パターンに対し自由自在に試料上に描画することが可能となる。試料上に割り当てたメッシュのサイズが大きな寸法を有していても、荷電粒子ビームの照射電荷量を細かく制御することにより階調数を設定することができたため、パターン寸法の制御分解能において高い分解能を得ることが可能である。この方式は試料パターンと1対1の面電子源を配置してデータを転送する方式で発生する膨大な面電子源の数とデータ転送の際の転送速度の問題を解決するとともにIC化に適した回路で面電子源と一体化して構成が可能である。マトリクスビームを構成するビーム数を大幅に削減できたため(荷電粒子ビーム源を少なくできる)、マトリクスビーム制御回路の簡素化、実装規模の縮小化などが可能である。また、荷電粒子ビームをショットする回数データマップと、複数のメッシュに跨がる近接効果を考慮した露光量データマップを高速に作成することが可能となり、また、これらを同時制御する構成であるため露光のスループットが向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】

マトリクスビームの構成を説明する図。

【図2】

メッシュの構成を説明する図。

【図3】

照射量と寸法の間係を説明する図。

【図4】

端部の照射量を変化させた例を説明する図。

【図5】

端部の照射量を変化させた例を説明する図。

【図6】

端部の照射量を変化させた例を説明する図。

【図 7】

端部の照射量を変化させた例を説明する図。

【図 8】

端部の照射量を変化させた例を説明する図。

【図 9】

比率データの例を説明する図。

【図 1 0】

回数データの例を説明する図。

【図 1 1】

回数データの例を説明する図。

【図 1 2】

マトリクスビームの照射パターンの例を説明する図。

【図 1 3】

回数データの例を説明する図。

【図 1 4】

マトリクスビームの照射パターンの例を説明する図。

【図 1 5】

露光手順を説明する図。

【図 1 6】

露光手順を説明する図。

【図 1 7】

露光手順を説明する図。

【図 1 8】

露光手順を説明する図。

【図 1 9】

副マトリクス構成を有するマトリクスビームの構成を説明する図。

【図 2 0】

回数データの例を説明する図。

【図 2 1】

露光量データの例を説明する図。

【図 2 2】

マトリクスビームの照射パターンの例を説明する図。

【図 2 3】

マトリクスビームの照射パターンの例を説明する図。

【図 2 4】

回数データの例を説明する図。

【図 2 5】

マトリクスビームへのデータ設定手順を説明する図。

【図 2 6】

マトリクスビームへのデータ設定手順を説明する図。

【図 2 7】

マトリクスビームへのデータ設定手順を説明する図。

【図 2 8】

マトリクスビーム制御部の構成を説明する図。

【図 2 9】

副マトリクス構成を有するマトリクスビーム制御部の構成を説明する図。

【図 3 0】

バイアス条件により電流量を変える方式を説明する図。

【図 3 1】

バイアス条件により電流量を変える方式を説明する図。

【図 3 2】

放出面積大きさに電流量を変える方式を説明する図。

【図 3 3】

放出面積大きさに電流量を変える方式を説明する図。

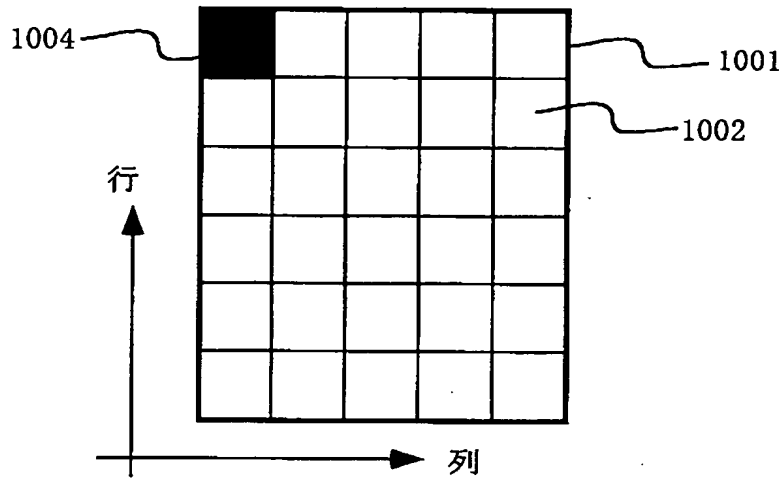
【符号の説明】

1001…マトリクスビーム、1002…荷電粒子ビーム源、1003…メッシュ、1004…荷電粒子ビーム源、1005…単位メッシュ、2001…単位照射量、2002…全体照射量、2003…寸法、2004…閾値、2005…ビーム間隔、3001～3005…全照射量、5001…マ

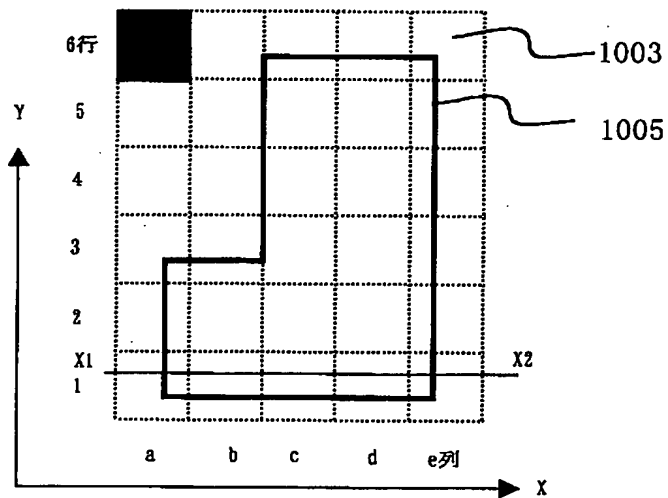
トリクスビーム、6001…マトリクスビーム、8001～8009…副マトリクスビーム、
13001…偏向制御部、13002…偏向制御クロック、13003…アドレスカウンタ、130
04～13007…ショットデータテーブルメモリ、13009…変換回路部、13010…シフ
トレジスタ、13011…荷電粒子ビーム源、14001…偏向制御部、14002…偏向制御
クロック、14005～14010…ショットデータテーブルメモリ、14011…変換回路部
、14012…変換回路部、14013…シフトレジスタ、14014…演算回路部、14015…荷
電粒子ビーム源、14016,14017…シフトレジスタ

【書類名】 図面

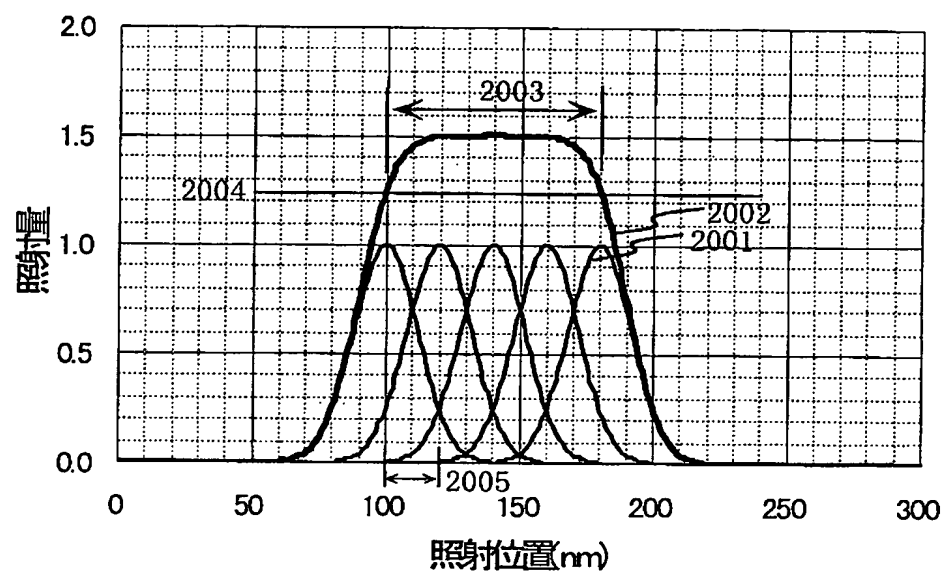
【図 1】



【図 2】



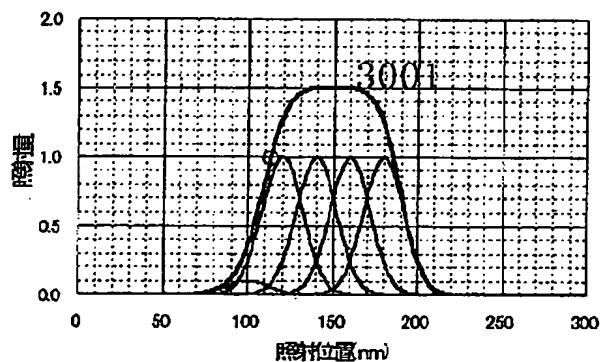
【図 3】



【図 4】

照射量比率

10%



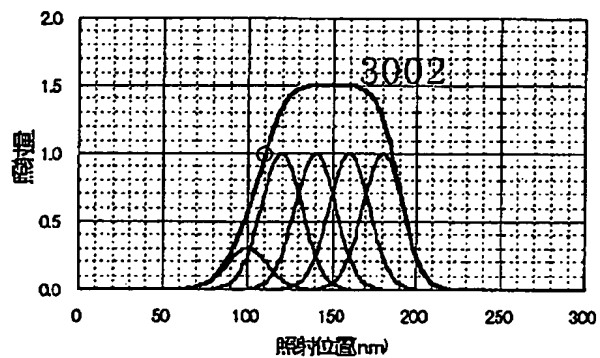
エッジ位置

115nm

【図 5】

照射量比率

30%



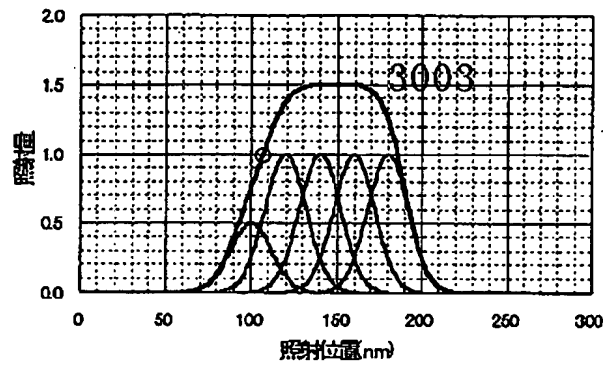
エッジ位置

110nm

【図 6】

照射量比率

50%



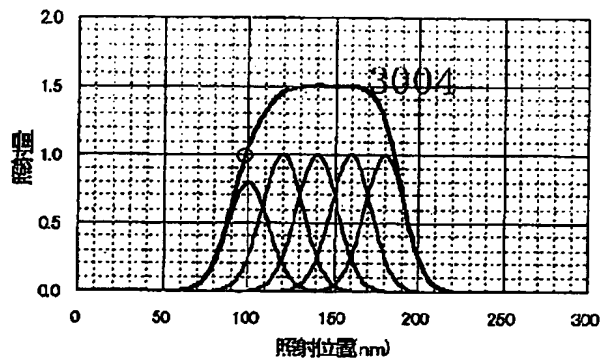
エッジ位置

105nm

【図 7】

照射量比率

80%



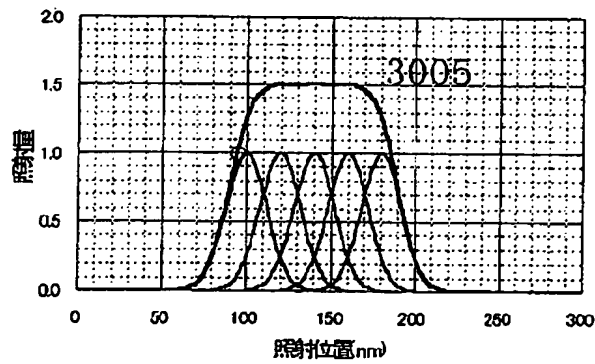
エッジ位置

95nm

【図 8】

照射量比率

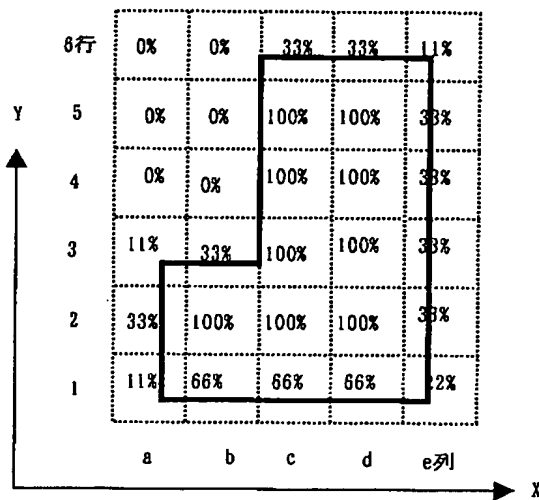
100%



エッジ位置

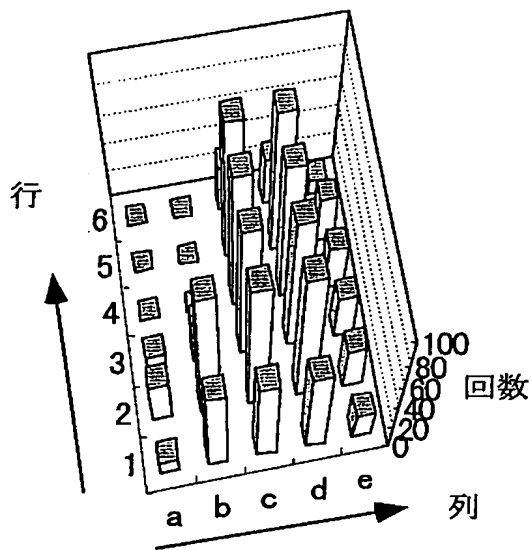
92nm

【図 9】



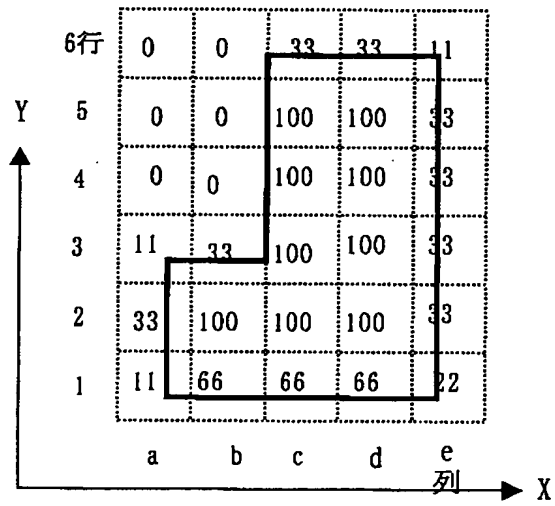
比率

【図 1 0】

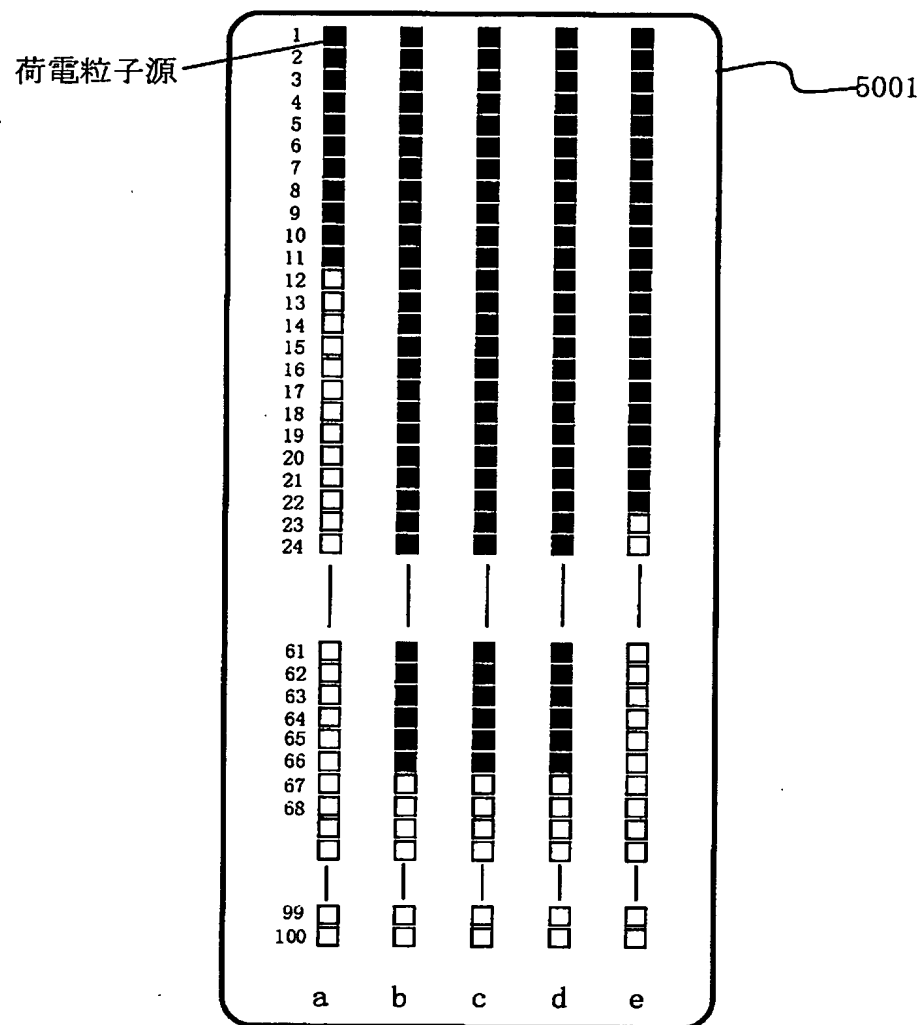


回数

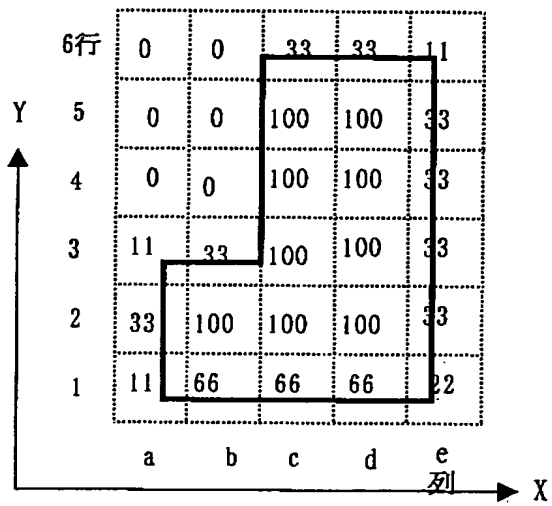
【図 1 1】



【図 1 2】

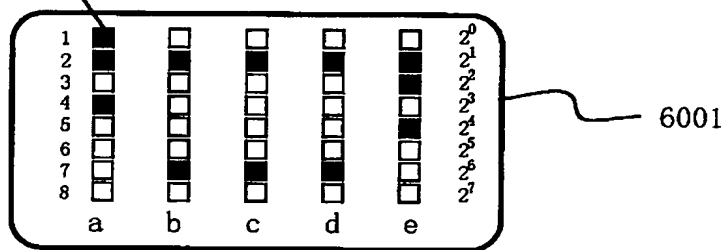


【図 1 3】

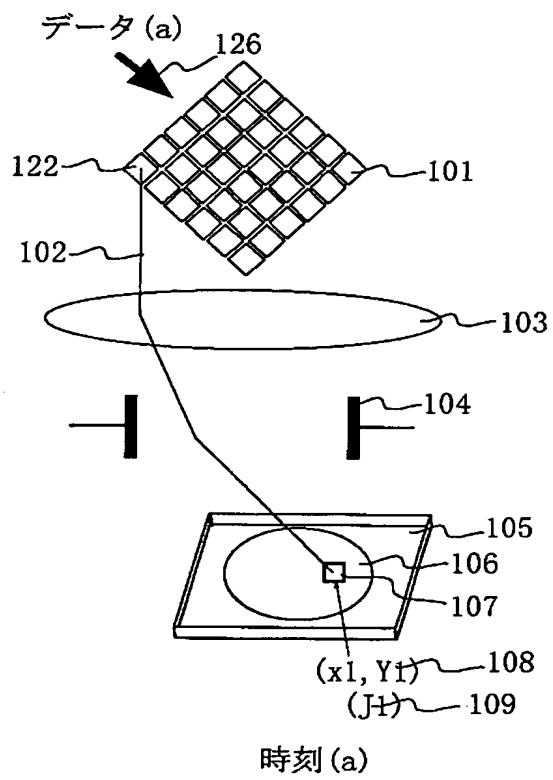


【図 1 4】

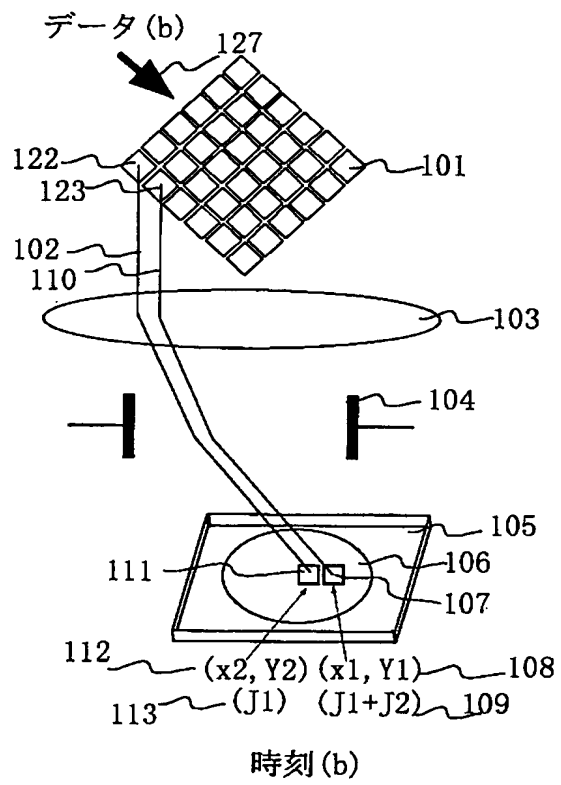
荷電粒子源



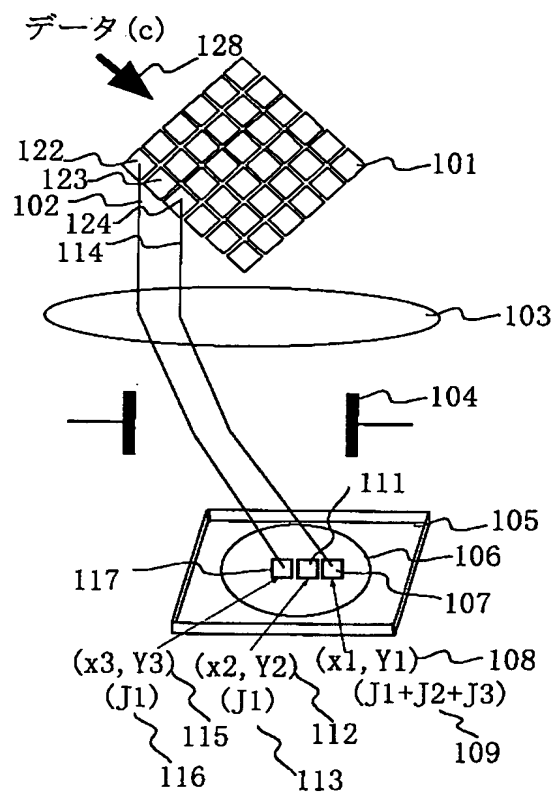
【図 1 5】



【図 1 6】

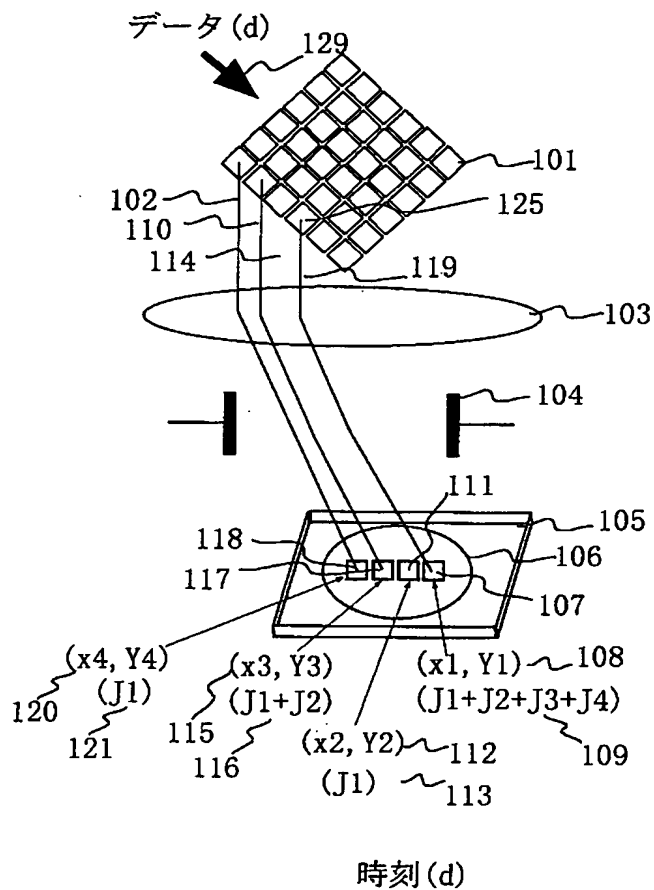


【図 1 7】

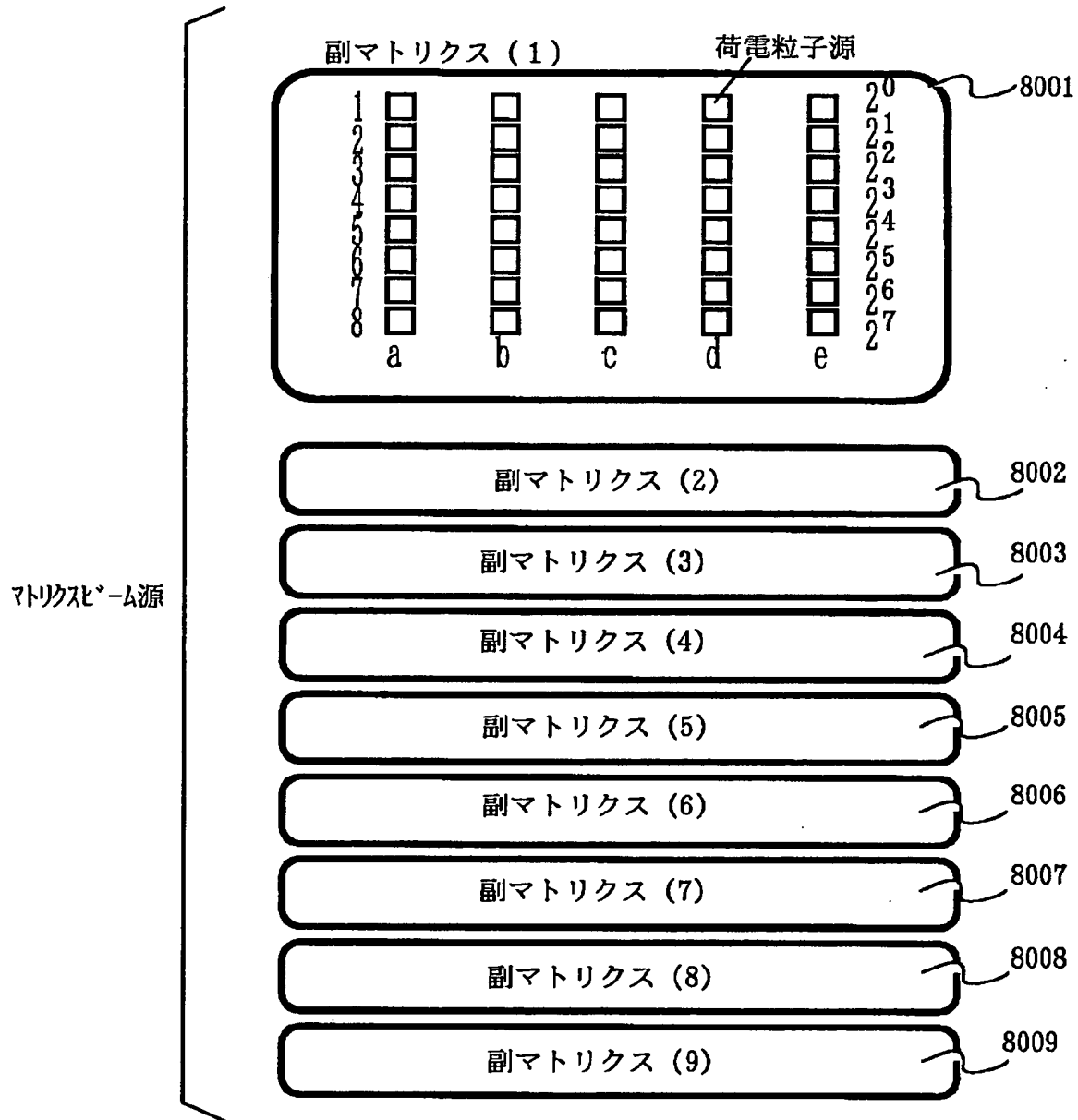


時刻 (c)

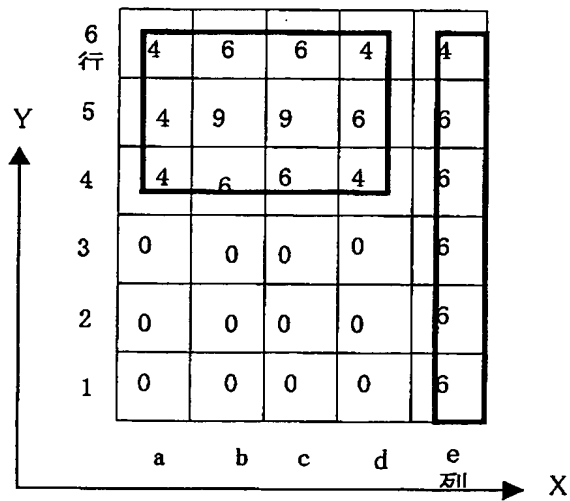
【図 1 8】



【図 1 9】

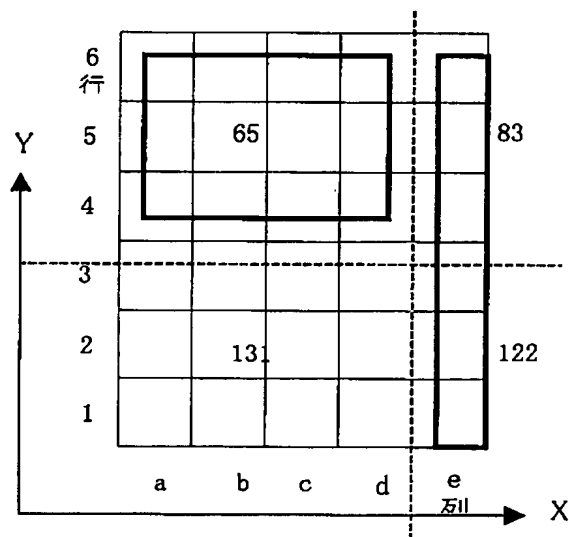


【図 2 0】



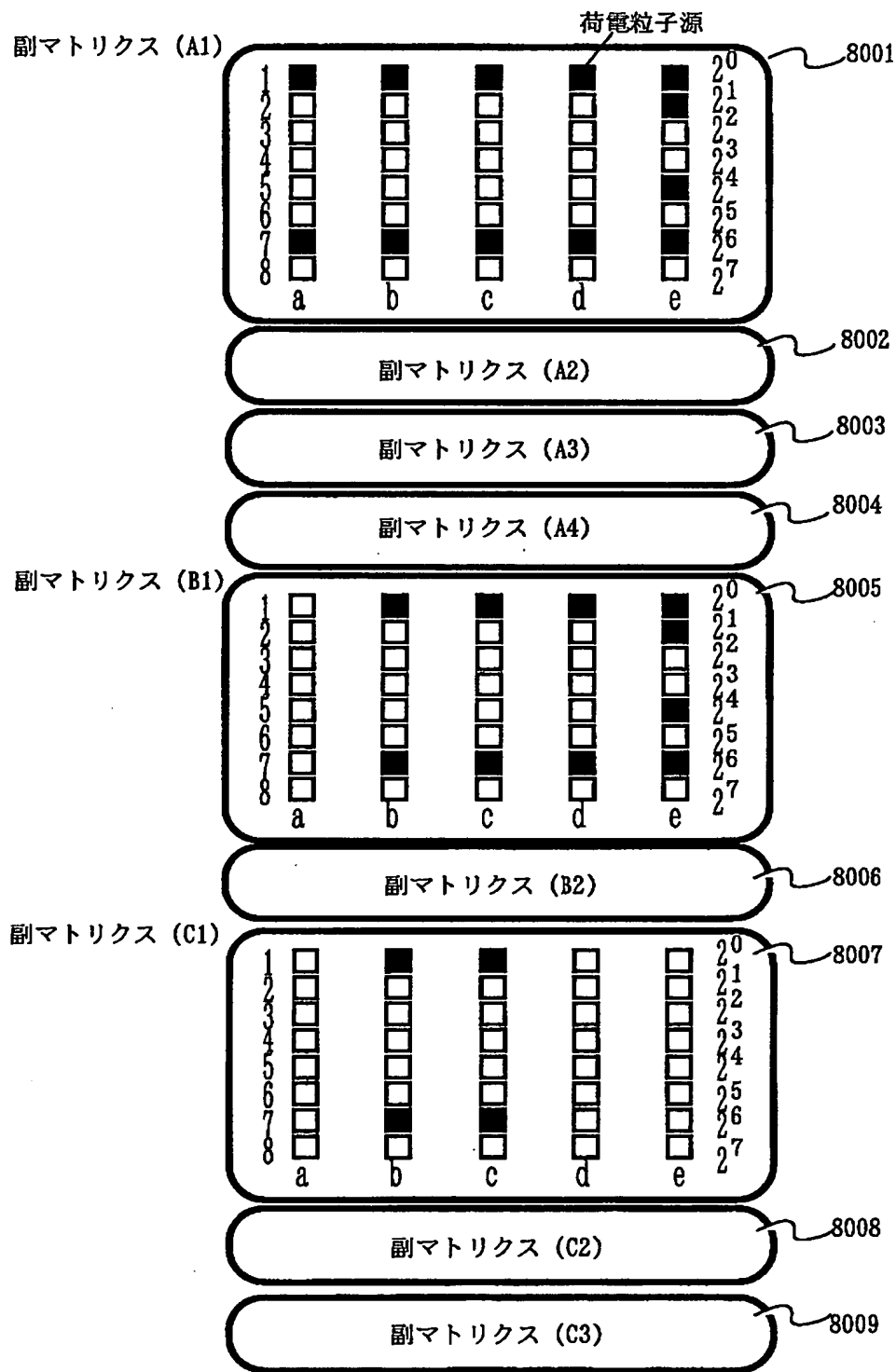
回数データマップ

【図 2 1】

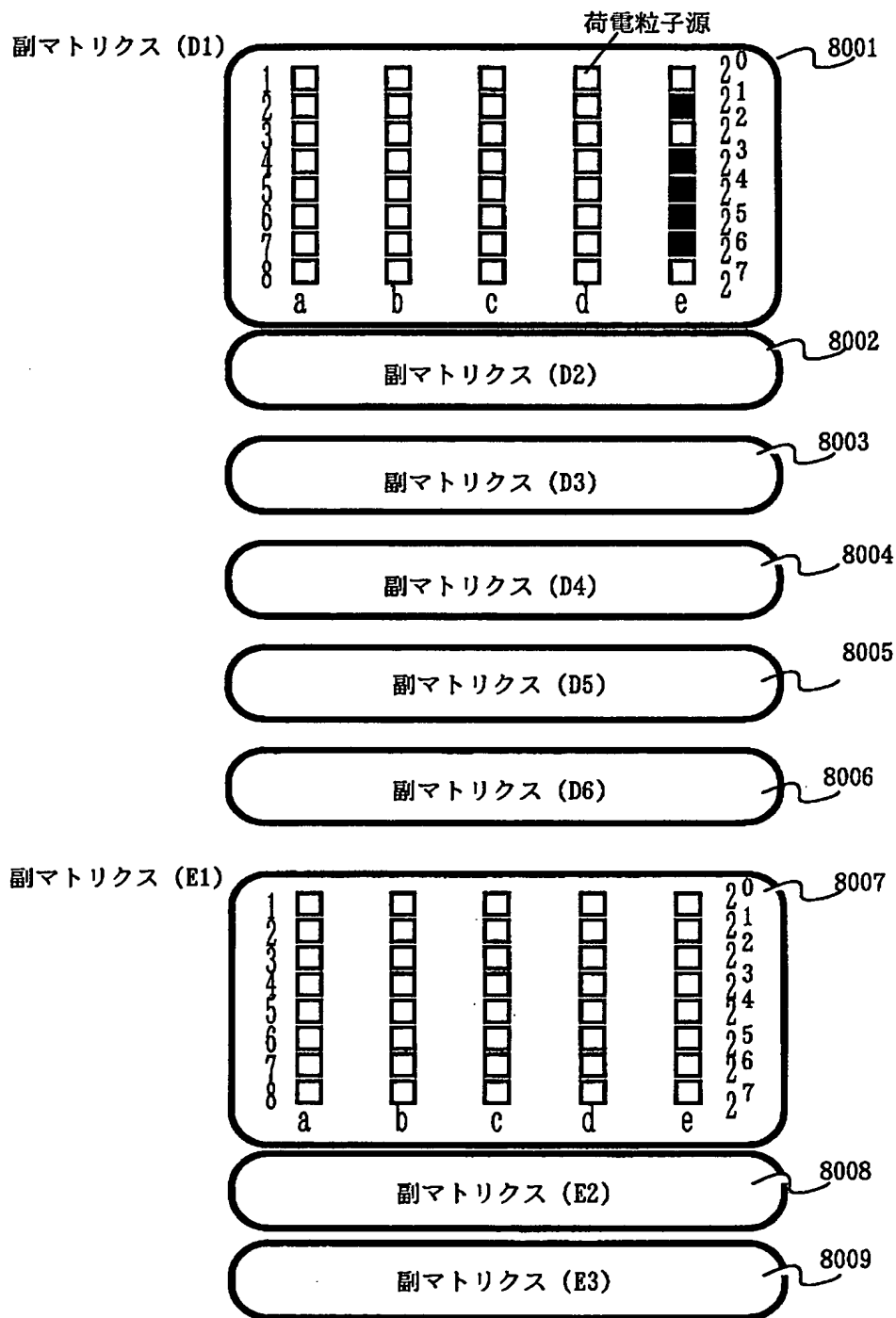


露光量データマップ

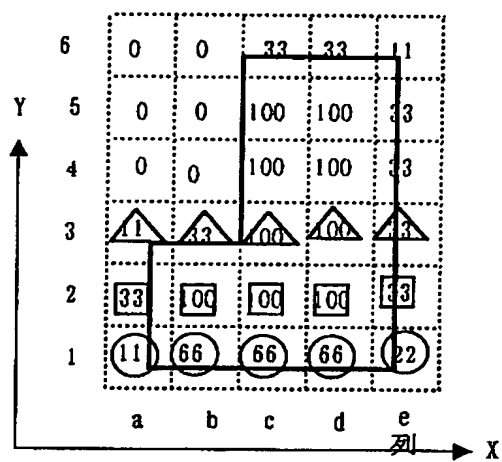
【図 22】



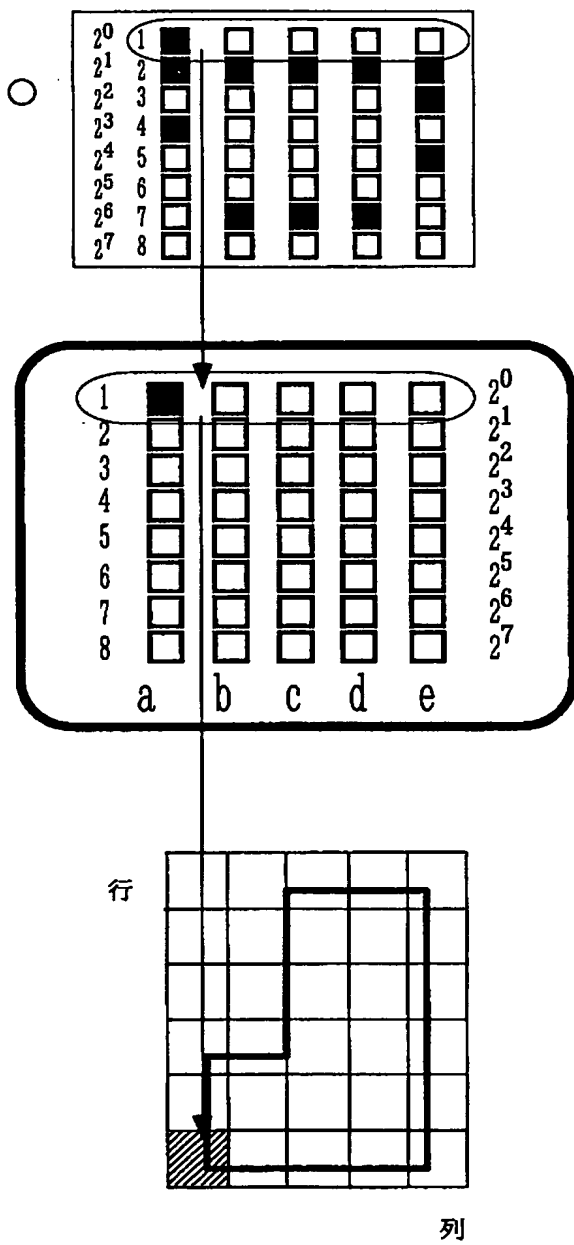
【図 2 3】



【図 2 4】

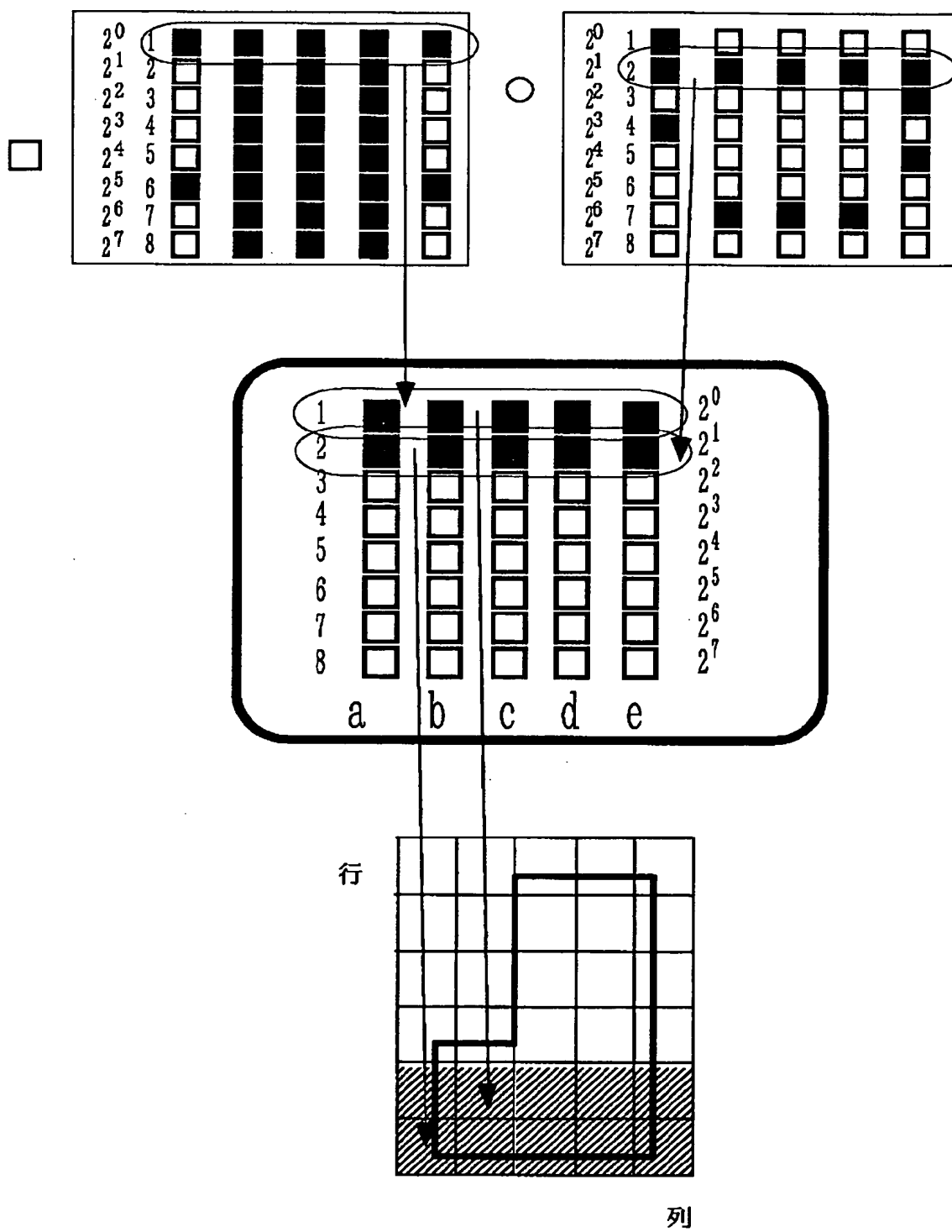


【図 2 5】



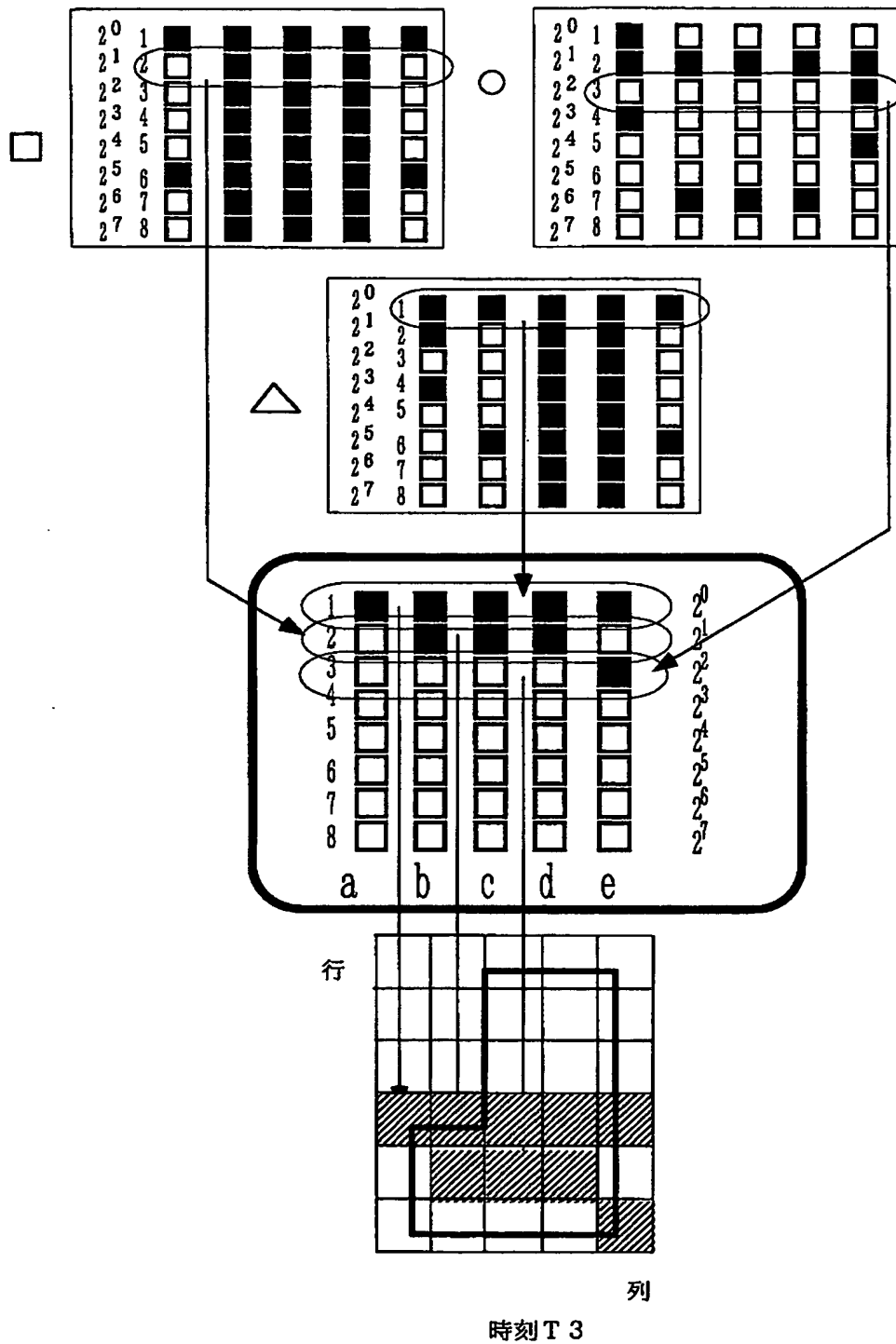
時刻 T 1

【図 2 6】

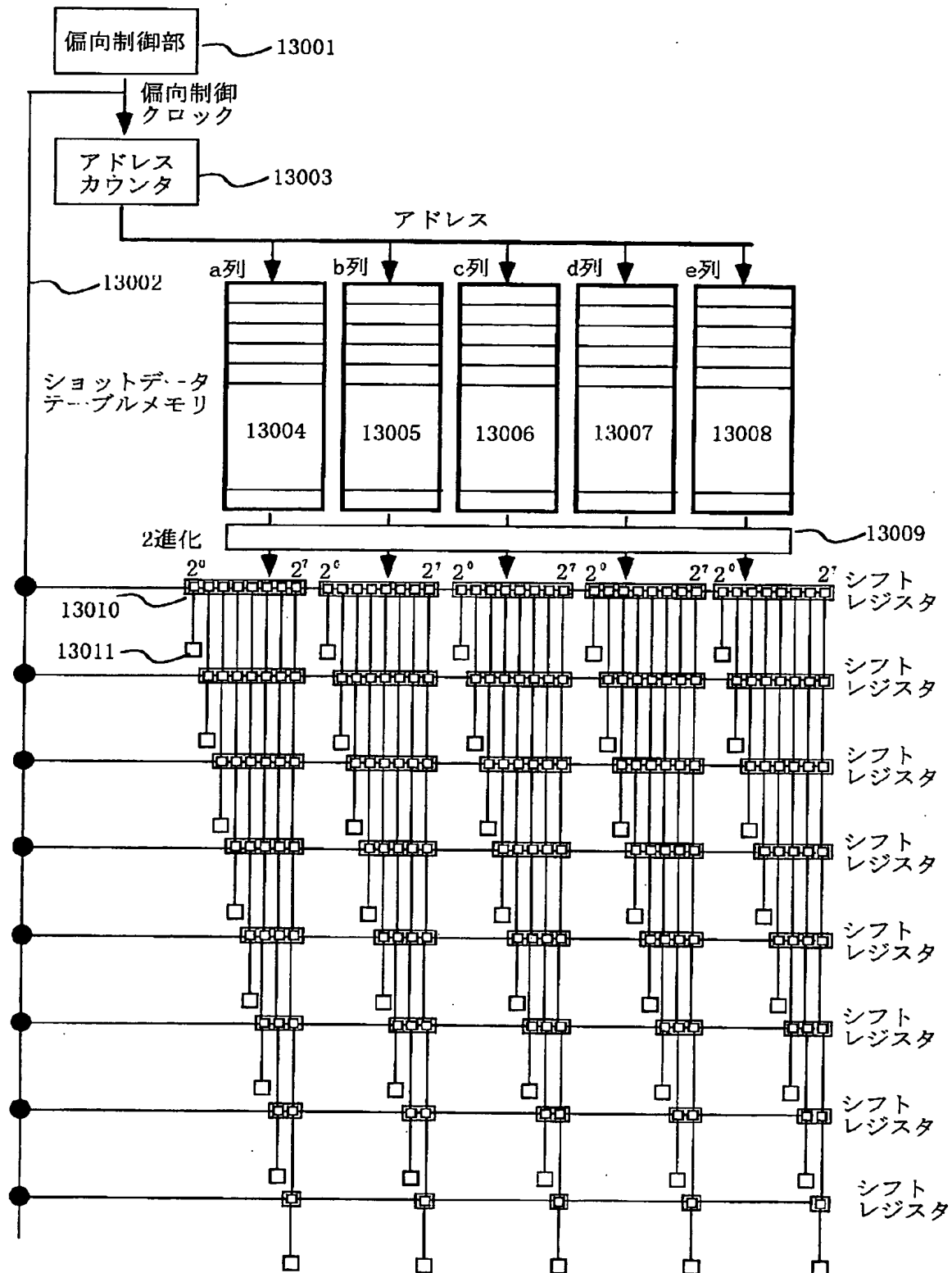


時刻 T 2

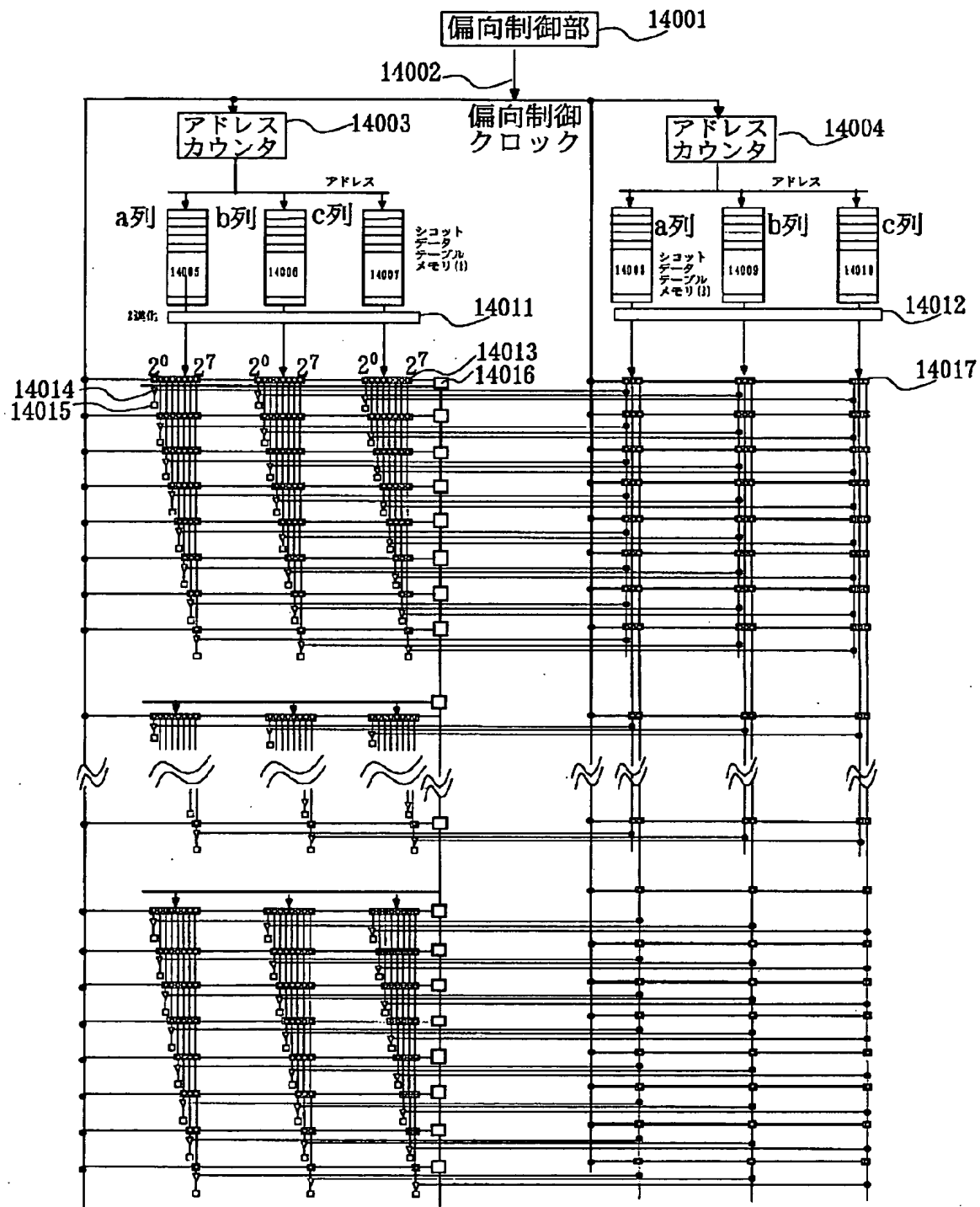
【図 2 7】



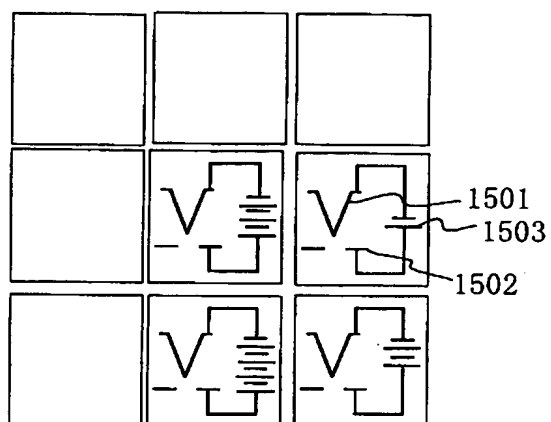
【図 28】



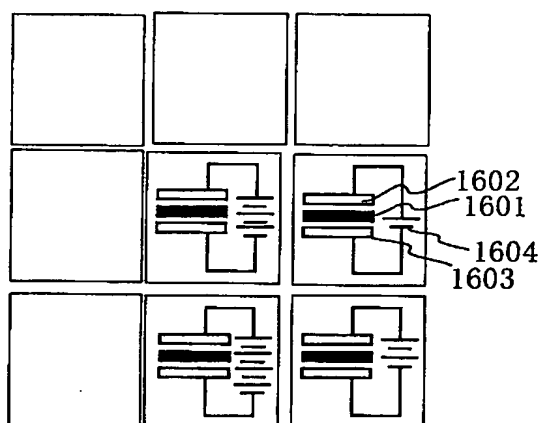
【図 29】



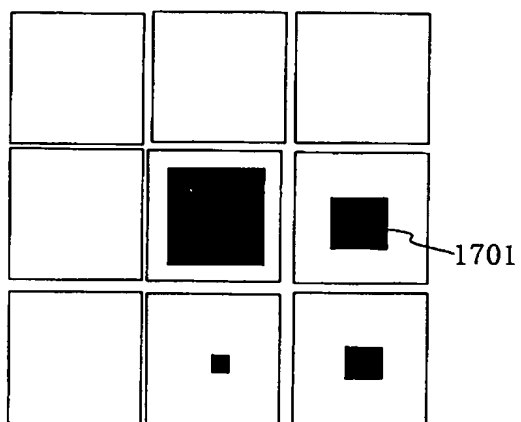
【図 3 0】



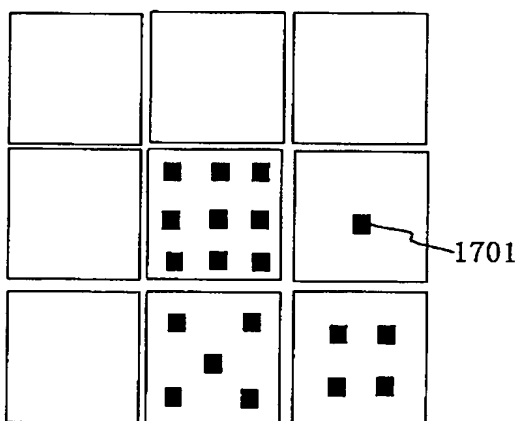
【図 3 1】



【図 3 2】



【図 3 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 マスクを用いることなく、少ない荷電粒子ビーム数で高い寸法制御性をもって複数の回路パターンを描画する。

【解決手段】 複数の荷電粒子ビーム群を構成する荷電粒子ビームで所定の露光強度を得るため荷電粒子ビーム区画内に対し重ねて照射することにより試料上の所望の点に、所望の電荷量を照射する。また、複数の荷電粒子ビームの電流量に重み付けをした階調を持たせた荷電粒子ビームを用い、所望の電荷量を照射するようにし、所望の露光寸法を得る。

【選択図】 図 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005108]

1. 変更年月日	1990年 8月31日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地
氏 名	株式会社日立製作所